



## Rodsystemet.

Rasmussen, Hanne Nina

*Publication date:*  
2019

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Document license:*  
[Ikke-specificeret](#)

*Citation for published version (APA):*  
Rasmussen, H. N. (2019). *Rodsystemet*.

## Rodsystemet

### Forelæsninger for naturgrundlaget 1 for landskabsarkitekter,

Hanne N. Rasmussen November 2019

Teksten er beregnet til at supplere powerpoint-præsentationer og er derfor uden illustrationer. Disse findes som pdf-filer i Absalon.

### Forelæsning 1. Forveddet rodsystem, struktur, funktioner og dynamik

#### *Funktionsdifferentiering*

Træer og buskes rodsystem er for en stor del forveddet og permanent, og det kan blive udsat for store mekaniske påvirkninger, når vinden blæser. Desuden har rodsystemet ikke-forveddede dele, som svarer til rodsystemet hos urteagtige planter. Disse rødder har typisk en kortere levetid, så nye rødder udvikles og andre formuler, i takt med en skiftende tilgængelighed af vand og essentielle ioner ("næringsstoffer"). Der er altså en differentiering med hensyn til funktioner inden for rodsystemet.

*Optagelsen af vand og næringssalte* er en vigtig funktion for alle rodsystemer; i naturlige miljøer eksisterer også et *samspil med jordens mikro-organismer*, som letter denne optagelse. Specielt for et længelevende rodsystem hos træer, buske og større flerårige urter betyder *oplagringsfunktionen* også meget; en betydelig del af fotosynteseprodukterne opbevares her. Endelig er den *mekaniske funktion, altså fastholdelsen i jorden*, altafgørende for træer og buske. Af hensyn til det komplette billede vil det følgende især handle om træers rodsystem, hvor alle funktioner er repræsenteret.

#### *Rodsystemets ernæring*

Planter som helhed lever af *fotosyntese*, som er en opbygning af sukker under forbrug af CO<sub>2</sub> og lysenergi og frigivelse af ilt. Men opbygningen af sukker sker kun i de grønne dele, hvor klorofyllet findes: blade, kviste, blomster og frugter, og selvsagt ikke under jorden. Den energi-frigivende proces, *respirationen*, som driver alle levende organismer, foregår i alle plantens dele og frigør CO<sub>2</sub> under forbrug af ilt. Rodsystemet er dermed afhængigt af tilførsel af sukker oppefra, og det er afhængigt af ilt, som enten skal kanaliseres fra stammen gennem rodsystemet eller findes i jordmiljøet. På grund af denne tilafhængighed, bliver det kun specialiserede rødder, som kan gå mere end et par meter i dybden – de fleste rødder findes i de øvre jordlag, selvom træet er højt. Til gengæld er den horizontale udbredelse ofte meget større end kronens diameter. Dette skal indtænkes, når man planlægger trafik og belægnings omkring et træ.

#### *Rodsystemets opbygning*

Normalt består et træs rodsystem af 3-4 rodtyper: horizontale rødder, som ideelt skal brede sig radierende fra stammen; de og deres tyndere siderødder fungerer som barduner til fastholdelse af træet i blæst. Deres tilvækst stimuleres af træk og tryk. Vertikale rødder, hvoraf en kan være den oprindelige kimrod, som har udviklet sig til en pælerod, men også andre nedadvoksende rødder, der i større træer kan nå helt ned til grundvandet. Alle disse rødder er kraftige, har oplagringsfunktion og vokser fra år til år i tykkelse, danner årringe. De er blivende, hvis ikke rodsystemet bliver udsat for overlast. Hertil kommer et stort antal kortlevende finrødder, typisk organiseret i "lang-" og "korrødder", som er primært har opsugende funktion.

Træers rodsystemer kan karakteriseres efter, hvor kraftigt pæleroden udvikles og hvor længe den bibeholdes, samt mængden og orienteringen af de forveddede rødder. De centrale dele af rodsystemet fastholder også et volumen jord, rodklumpen, hvis masse bidrager til træets stabilitet.

### *Vandoptagelse og -transport*

Brintsiden af et vandmolekyle bliver relativt positivt ladet og ilt siden negativt ladet, fordi iltatomet tiltrækker elektronerne. Det betyder, at vandmolekyler hænger godt sammen indbyrdes (kohæisionskraften) og også kan tiltrækkes af ladede kemiske grupper i for eksempel cellulosevægge (adhæisionskraften). Transporten af vand opad gennem planten bygger på princippet om den ubrudte vandsøjle gennem de tomme xylemceller. Vandmolekyler forsvinder fra bladene, ikke blot ved forbrug under fotosyntesen, men også og især ved transpirationen som sker, når spalteåbningerne er åbne af hensyn til optagelsen af  $\text{CO}_2$ .

Nydannede rødder har en central streng af ledningsvæv, hvoraf størsteparten er vandtransporterende. Vandet siver ind gennem rodens bark og kan bevæge sig enten fra celle til celle inden for plasmamembranen, eller langs barkcellernes cellulosevægge. I begge tilfælde når det til endodermis, der som et specialiseret cellelag omslutter ledningsvævet. Her kanaliseres vandstrømmen gennem cellerne, fordi de radiære cellevægge er vandskyende. Det er også her, at ioner, som måtte være opløst i jordvandet bliver aktivt optaget gennem endodermiscellernes levende membraner (de essentielle næringsstoffer som N, P, K osv). Uønskede ioner kan også aktivt udelukkes ved denne proces. Optagelsen af ioner sker ved en ionbytningsproces, hvor brintioner afgives i bytte for andre positive ioner. Dermed forsures miljøet i rodens umiddelbare nærhed. Inden for endodermis ledes strømmen ind i det centrale sammenhængende ledningsvæv, der strækker sig helt op i de fineste bladnerver.

### *Rodvækst*

Rødder udforsker jordmiljøet ved vækst i spidserne. Få millimeter bag rodspidsen er roden stationær og kan kun vokse i tykkelse. Fremdriften gennem jorden slider på rodspidserne, som er beskyttet af en rodhætte. Denne hætte fornys indefra og løbende afstødes de yderste celler, som forslimer og dermed hjælper rodspidsen til at glide ind mellem jordpartiklerne. De løse rodhætteceller og deres produkter udgør også et tab af fotosynteseprodukter, som tilgodeser jordens mikroflora og fauna, den såkaldte rhizosfære. I umiddelbar nærhed af rodens overflade findes en zone, hvor vand- og næringsreserver er udtømt (Depletion-zone).

Rodtilvækst har et optimum omkring 20-25 °C og er derfor stærkest i sommerhalvåret. Rodsystemet befinder sig dog i et beskyttet miljø, hvor temperatursvingninger er afdæmpet i forhold til luften, så selv om vinteren kan rødderne vokse, hvis blot jordtemperaturen er omkring 5 °C. Vækstretningen i de opsugende rødder styres af gradienter i jordfugtighed og næringsindhold, og antallet af rodspidser øges strategisk ved næringsdepoter. Kun de stærkeste rødder er positivt geotrope, altså gror efter tyngdekraften.

## Forelæsning 2. Symbiotiske systemer; rodsystemet i og efter planteskolen.

### Symbiotiske systemer

#### *Begreberne symbiose, mykorrhiza og mutualisme*

Symbioser defineres som et tæt samliv mellem funktionelt forskellige organismer. Symbioser kan være til gavn for begge de deltagende organismer (mutualisme), eller kun den ene, men ofte er de præcise udvekslingsforhold ukendte, og de kan være ustabile og foranderlige gennem et livsforløb. Mykorrhiza er betegnelsen på en varig forbindelse mellem svampe og planterødder. Næsten alle planter danner nogen form for mykorrhiza, og i en del tilfælde er der evidens for mutualisme.

#### *Mykorrhizaens funktion*

Først og fremmest betyder rodsystemets integration med et netværk af hyfer en forøgelse af den opsugende overflade, og "depletion" zonen udvides enormt. En planterod kan kun optage uorganiske ioner, men mange svampehyfer udskiller enzymer, som angriber organisk materiale i jorden og optager de opløste stoffer. Planten får dermed i kraft af mykorrhizaen adgang til ressourcer, som normalt ikke er tilgængelige for den. Prisen for mykorrhizaen betales i fotosynteseprodukter. Mykorrhiza er altså mest gavnlig for en plante, hvis niveauet for mineralske næringsstoffer eller vand er begrænsende for dens vækst, og når der samtidigt er rigeligt lys. Der er i mange tilfælde konstateret en øget resistens mod diverse svampesygdomme i planter, som er mykorrhizerede.

#### *Arbuskulær mykorrhiza*

Der er to hovedtyper af mykorrhiza. Den mest udbredte er arbuskulær mykorrhiza (AM), som findes i en lang række urteagtige og vedagtige planter, herunder mange afgrødeplanter. AM er karakteriseret ved at svampene tilhører en vel-afgrænset gruppe, som mangler tværvægge i hyferne og er obligate symbionter: de forekommer ikke fritlevende og er helt afhængig af fotosyntater fra planteværten. Deres bidrag til symbiosen er tilgangen til næringsstoffer, som forekommer i svært opløselig form i jorden. AM er svær at iagttage, men ved mikroskopering af roden ses hyferne i og mellem rodbarkcellerne, ofte som de karakteristiske arbuskler ("små-træer"), som er stærkt forgrenede hyfestrukturer. Plantens celler forbliver levende trods denne invasion.

#### *Ektomykorrhiza*

En anden vigtig type er ektomykorrhiza (ECM), som forekommer i en lang række nåle- og løvtræer. Som navnet antyder, ses denne mykorrhiza uden på roden i form af opsvulmede rodspidser, hvis vækst er standset, og som er indhyllet i en kappe af tæt sammenvævede hyfer. Hyferne kommer ikke ind i rodcellerne, men etablerer en tæt ydre kontakt. Svampene tilhører mange forskellige dele af svamperiget og et rodsystem kan rumme mange forskellige arter, enten samtidigt eller i en succession. Også her hjælper mykorrhizaen planten med optagelsen af næringsstoffer og vand, og giver øget modstandskraft mod sygdomme. I tilgift giver symbiosen adgang til organisk bundne næringsstoffer. Svampene modtager fotosyntater fra planten men har ofte en selvstændig evne til at skaffe sig kulhydrater ved siden af, fx fra planterester under nedbrydning.

### *Andre typer mykorrhiza*

Specielle typer af mykorrhiza findes i orkidefamilien og lyngordenen. Lyngordenen har en type af mykorrhiza, som tillader udvinding af næringssalte fra meget sur jord. Disse planter trives derfor i hinandens selskab. I orkidefamilien er det anerkendt, at symbiosen hovedsagelig er til fordel for planten, og den er obligat afhængig af sine svampe under spiring og kimplanteudvikling. Deres svampe får deres kulhydrater enten som rådsvampe eller ektomycorrhiza-dannere på træer, og formidler kulhydraterne videre til orkideen.

### *Inokulering*

Tilførsel af mykorrhiza-svampe må overvejes, hvis en plante skal dyrkes i jord, som har været steriliseret, eller som har ekstremt lavt eller ubalanceret elektrolytindhold, eller hvis man imødeser tørke- eller rodpatogenproblemer. Inokulering skal selvsagt ske med den form for mykorrhiza, som svarer til plantearten. Normalt udelukker mykorrhiza-typerne hinanden. Det er altså ingen oplagt ide at dyrke arter af ahorn (AM) i et bed, hvor der tidligere er dyrket eg og bøg (ECM).

## *Rodsystemet i og efter planteskolen*

### *Såning på blivested*

Planter er i deres natur fastsiddende og flytning er en form for overgreb. En virkelig god udvikling af rodsystemet kan opnås ved såning på blivestedet. Hvis ikke forholdene er ugunstige, fx stenet grund eller høj grundvandstand, udvikles rodsystemet ideelt og artskaraktærtisk uden forstyrrelse. Ulempen ved den etableringsform er dens langsomhed og den store sårbarhed i de yngste stadier.

### *Omlantning*

Skal planten produceres i planteskole og senere omplantes, må såvel de horizontale hovedrødder som de lodrette dybtgående rødder påvirkes med beskæring eller deformation. Mange planteskoler udnytter gentagne rodbeskæringer for at stimulere rodforgrening i en kompakt rodklump, som kan håndteres, og som også indeholder mange aktive rodspidser. En anden mulighed er kontainerkultur, hvor rodsystemet udvikles inden for en beholder. Problemet er de forveddede rødder, som, hvis de har fået bøjninger eller spiralstruktur, ikke siden kan ændre form. En kombination af kontainerkultur og rodskæring er luftbeskæring med porøse beholdere.

### *Plantekvalitet*

En planteskoleplantes rod kvalitet kan bedømmes på en række forskellige kriterier. Rodhalsdiameteren er en pålidelig og ikke-destruktiv indikator for rodmassen. Antallet af hvide rodspidser er en god indikator for, hvor godt en plante etablerer sig og begynder at optage vand på blivestedet. Det er nemlig kun rodspidser, som har kontakt til jorden i plantehullet og som begynder at vokse i den nye jord, som kan optage noget fra den. Mykorrhizerede rodspidser er let erkendbare på træarter med ECM, og disse er også en fordel i etableringsfasen. Endelig kan man se på rodsystemets struktur: er der nogle radierende rødder af passende længde, som kan placeres i plantehullet med korrekt orientering? Er det nødvendigt at afkorte de lodrette rødder på grund af deformationer?

### *Håndtering*

Rødder er bygget til at være gennemtrængelige for vand og det betyder, at rodsystemet er meget sårbart for udtørring under plantningen. En nok så god planteskoleplante kan spoleres ved eksponering af roden i vinden på en dag med lav luftfugtighed. ■